

Pengendali Robot Beroda Menggunakan Smartphone Android

Heri Andrianto¹ dan Riyan Herliadi¹

ABSTRACT: This paper discusses the design and realization of Wheeled Robot Control Using Android Smartphone. Wheeled robot hardware consists of an ATmega 8535L microcontroller, bluetooth V3 module, motor driver IC L293D, DC motor, battery and LED. Software consists of applications for android smartphone and programs for ATmega 8535L microcontroller. Commands transmitted wirelessly from smartphone android to bluetooth V3 module that is connected to the microcontroller to drive the wheeled robot. From the experimental results, the robot can be controlled wheel movements using android smartphone like forward, backward, stop, turn right, turn left, and turn on/off the light.

KEYWORDS: Wheeled Robot, bluetooth, microcontroller, smartphone, android

ABSTRAK: Paper ini membahas tentang perancangan dan realisasi Pengendalian Robot Beroda Menggunakan Smartphone Android. Hardware robot beroda terdiri dari mikrokontroler ATmega 8535L, modul bluetooth V3, IC motor driver L293D, motor DC, baterai dan LED. Software terdiri dari aplikasi untuk smartphone android dan program untuk mikrokontroler ATmega 8535L. Perintah dikirimkan secara nirkabel dari smartphone android ke modul bluetooth V3 yang dihubungkan ke mikrokontroler untuk menggerakkan robot beroda. Dari hasil percobaan, robot beroda dapat dikendalikan pergerakannya menggunakan smartphone android dengan baik.

KATA KUNCI: robot beroda, bluetooth, mikrokontroler, smartphone, android

PENDAHULUAN

Teknologi smartphone semakin berkembang dengan pesat. Saat ini, Smartphone android adalah smartphone terpopuler, smartphone android menguasai 81% pasar ponsel pintar^[TEMPO.CO – Rab, 13 Nov 2013]. Masyarakat membutuhkan pengendalian peralatan secara nirkabel dengan menggunakan smartphone sebagai pengendalinya, karena dengan menggunakan smartphone akan lebih memudahkan dalam hal mobilitas. Umumnya pada smartphone android sudah tersedia saluran komunikasi data secara nirkabel, salah satunya yaitu bluetooth. Saluran komunikasi data tersebut dapat digunakan untuk mengirim/menerima data dari/ke perangkat lain.

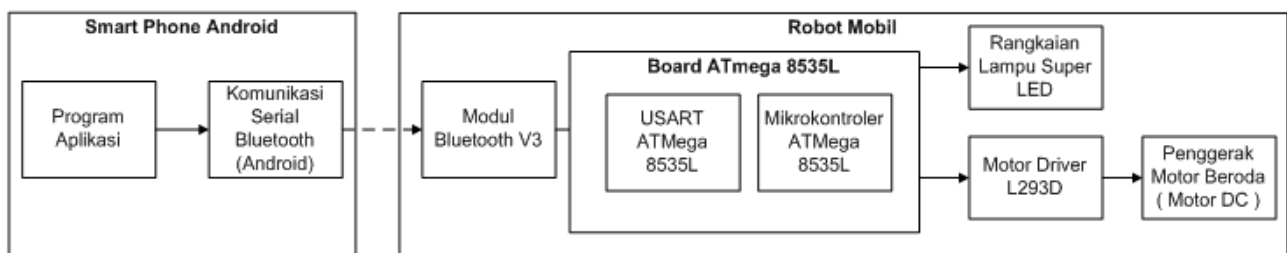
Robot secara umum adalah suatu sistem yang menggunakan mikrokontroler yang digunakan untuk mengerjakan suatu instruksi tertentu. Smartphone android dapat digunakan sebagai pengendali pergerakan robot. Dengan menggunakan smartphone akan lebih memudahkan dalam hal mobilitas dibandingkan menggunakan PC atau Laptop. Pada penelitian ini telah direalisasikan pengendali pergerakan robot beroda menggunakan smartphone android dengan menggunakan koneksi Bluetooth.

METODOLOGI

Pengendali pergerakan robot beroda menggunakan smartphone android melalui koneksi bluetooth bertujuan untuk mengendalikan pergerakan robot beroda menggunakan smartphone android melalui koneksi bluetooth. Smartphone digunakan sebagai *remote control* untuk mengendalikan pergerakan robot beroda. Koneksi bluetooth digunakan sebagai media komunikasi nirkabel antara smartphone android dengan mikrokontroler pada robot beroda. Pada smartphone android dipasang program yang dibuat menggunakan eclipse. Program yang dibuat untuk smartphone android menggunakan android bluetooth API yang tersedia di dalam Java SDK pada paket android bluetooth. Modul Bluetooth digunakan untuk membangun koneksi bluetooth dengan smartphone android dan menerima data yang dikirim dari smartphone android. Mikrokontroler digunakan untuk memproses data dan mengendalikan robot beroda berdasarkan data yang diterima dari smartphone android melalui modul bluetooth.

RANCANGAN SISTEM

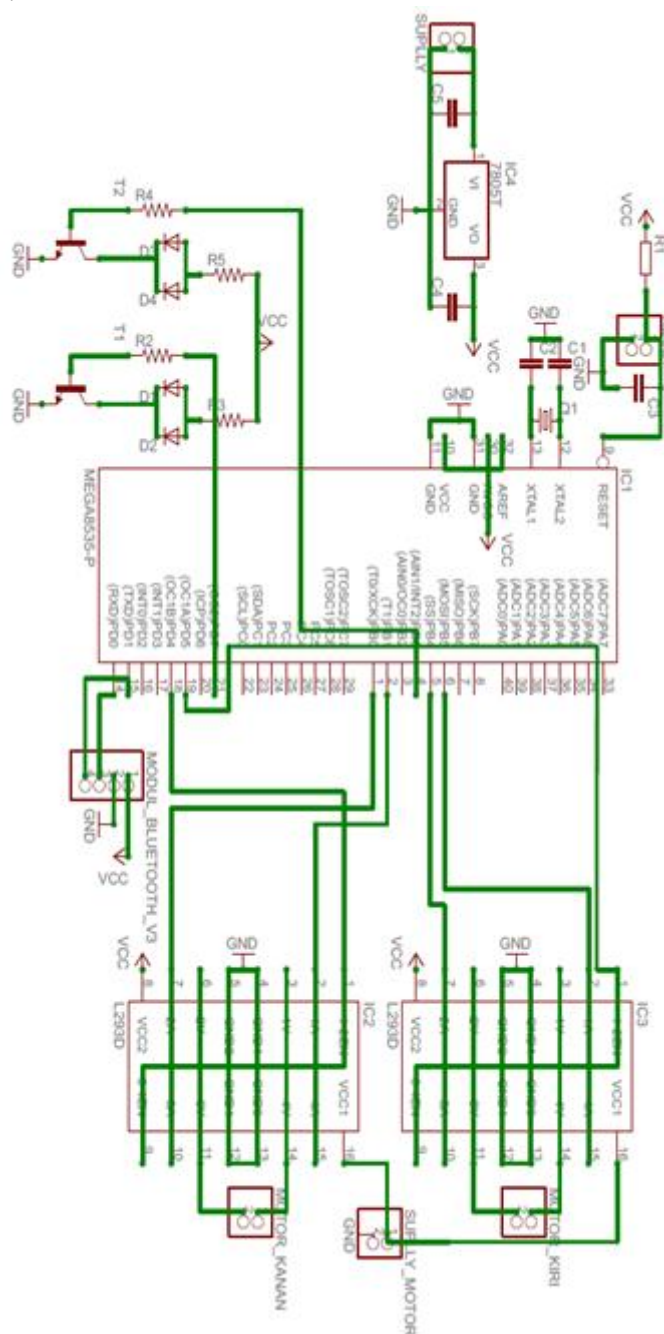
Sistem yang digunakan pada pengendali robot beroda adalah sistem loop terbuka. Pada sistem loop terbuka, nilai keluaran sistem tidak akan dikoreksi kembali, melainkan dapat dilihat secara kasat mata melalui pergerakan robot beroda. Dalam sistem ini, bagian yang bertugas sebagai pengendali robot beroda adalah program aplikasi pada smartphone android. Blok diagram sistem pengendalian robot beroda ditunjukkan pada Gambar 1.



■ Gambar 1. Diagram Blok Pengendali Robot Beroda

¹ Jurusan Teknik Elektro Universitas Maranatha Bandung Jawa Barat

Input sistem berupa perintah dari program aplikasi android jika ada tombol yang ditekan maka data akan dikirim ke mikrokontroler ATmega 8535L melalui koneksi bluetooth. Data akan dikirim oleh smartphone android ke modul bluetooth V3 yang terhubung pada mikrokontroler melalui saluran USART. Data yang diterima berupa karakter, dan akan dibandingkan dengan suatu karakter yang telah ditentukan. Kemudian ATmega 8535L menggerakkan robot. Skematik pengontrol robot beroda berbasis mikrokontroler ATmega 8535L dapat dilihat pada Gambar 2.



■ Gambar 2. Skematik Rangkaian Pengendali Robot Beroda

Modul bluetooth V3 menggunakan frekuensi kerja: 2.4 – 2.48 GHz unlicensed ISM (Industrial, Scientific and Medical)^[DF-Bluetooth v3, 2013]. Komunikasi serial asinkron antara smartphone android dengan modul bluetooth menggunakan baudrate 9600 bps, none parity, 8 data bits, 1 stop bits.

Port yang digunakan untuk komunikasi data antara modul bluetooth V3 dengan mikrokontroler ATmega 8535L adalah port D.0 yang berfungsi sebagai Rx dan port D.1 yang berfungsi sebagai Tx. Hubungan antara modul bluetooth v3 dengan mikrokontroler ATmega8535L dapat dilihat pada tabel 1.

■ Tabel 1. Hubungan Pin Modul Bluetooth dengan Port ATmega8535L

Pin Modul Bluetooth V3	Pin ATmega 8535L
Tx	PD.0 (Rx)
Rx	PD.1 (Tx)

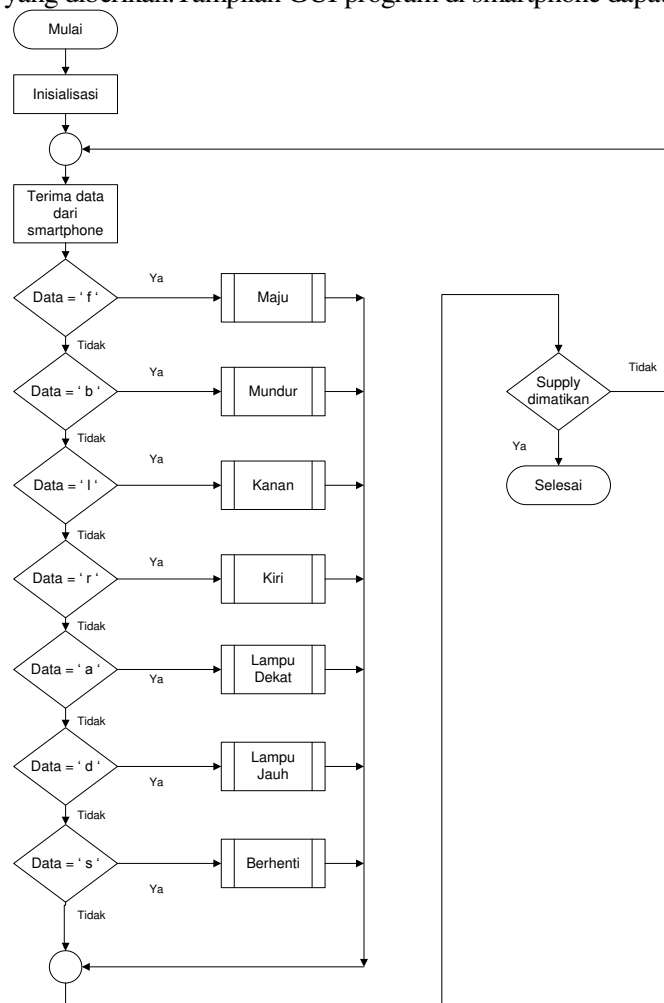
Port yang digunakan untuk mengendalikan pergerakan robot beroda, yang meliputi port untuk pengaturan kecepatan motor DC dan port untuk pengaturan arah putaran motor DC. Untuk konfigurasi lengkap mengenai hubungan antara pin L293D dengan port pada ATmega 8535L dapat dilihat pada tabel 2.

■ **Tabel 2.** Hubungan Pin L293D dengan Port ATmega 8535L

Pin L293D	Simbol	Pin ATmega 8535L	Fungsi
1	ENABLE 1	PD.4(OC1B)	Pengaturan kecepatan motor kanan
2	INPUT 1	PB.0	Pengaturan arah putaran motor kanan
3	OUTPUT 1	Kaki positif motor	Kaki positif motor kanan
4	GND	GND	Ground
5	GND	GND	Ground
6	OUTPUT 2	Kaki negatif motor	Kaki negatif motor kanan
7	INPUT 2	PB.1	Pengaturan arah putaran motor kanan
8	VS	+5V	Power Supply +5V
9	VS	+5V	Power Supply +5V
10	INPUT 4	PB.4	Pengaturan arah putaran motor kiri
11	OUTPUT 4	Kaki negatif motor	Kaki negatif motor kiri
12	GND	GND	Ground
13	GND	GND	Ground
14	OUTPUT 3	Kaki positif motor	Kaki positif motor kiri
15	INPUT 3	PB.5	Pengaturan arah putaran motor kiri
16	ENABLE 2	PD.5(OC1A)	Pengaturan kecepatan motor kiri

Mikrokontroler ATmega 8535L diprogram untuk dapat menerima data (berupa karakter) yang dikirimkan dari smartphone melalui komunikasi bluetooth, kemudian mengerjakan robot beroda sesuai perintah yang dikirimkan dari smartphone android. *Flowchart* dari pemrograman pada mikrokontroler ATmega 8535L dapat dilihat pada Gambar 3.

Program yang terdapat pada smartphone android adalah program yang dibuat dengan menggunakan eclipse yang berbasis java, yang digunakan untuk memberikan perintah kepada mikrokontroler ATmega 8535L untuk menggerakkan robot sesuai dengan perintah yang diberikan. Tampilan GUI program di smartphone dapat dilihat pada Gambar 4.

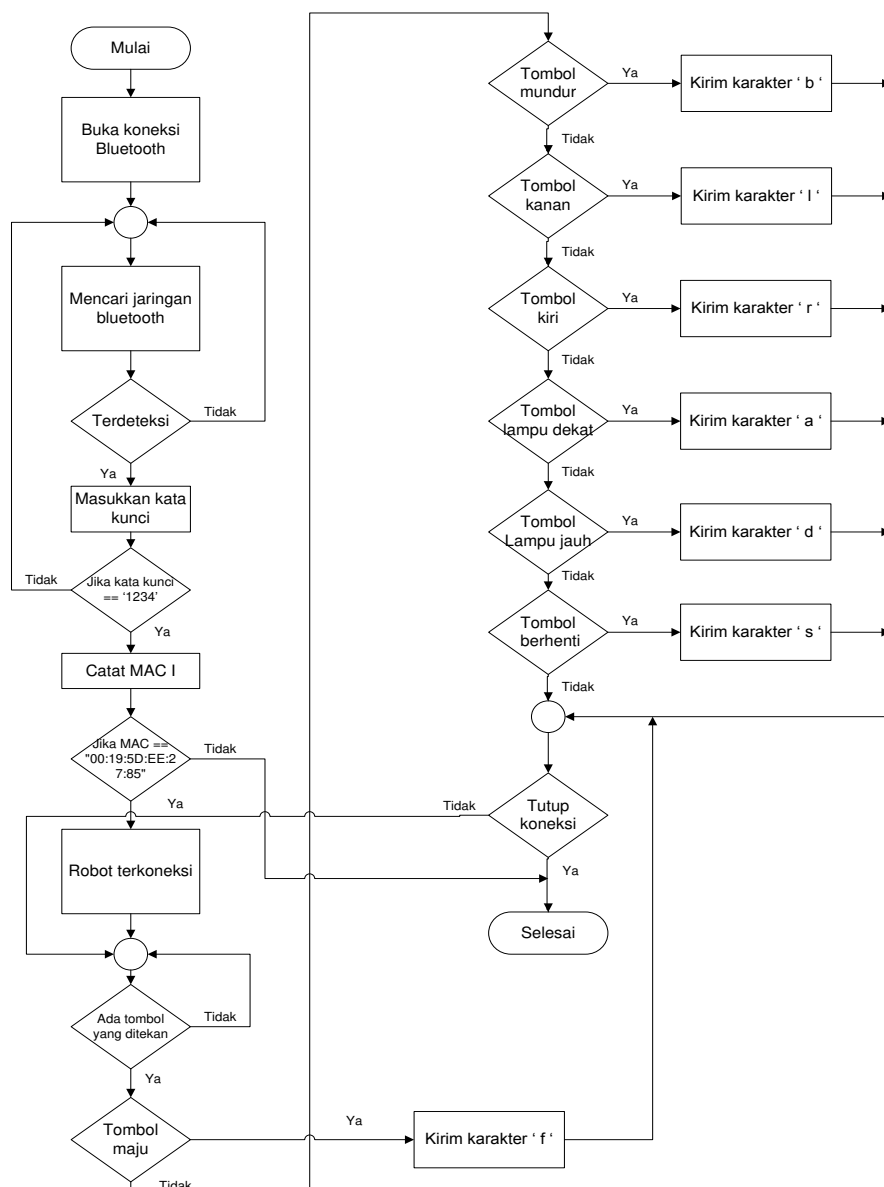


■ **Gambar 3.** *Flowchart* program pada mikrokontroler



■ **Gambar 4.** Rancangan Tampilan GUI Program

Data akan dikirimkan oleh smartphone android kemikrokontroler (robot)jika salah satu tombol ditekan. Data yang dikirim berupa karakter.Kode/karakter perintah yang dikirim dapat dilihat pada tabel 3. Gambar flowchart programpengendali gerak robot beroda di smartphone android dapat dilihat pada Gambar 5.



■ **Gambar 5.** Flowchart programpengendali gerak robot beroda di smartphone android

■ Tabel 3. Kode perintah

Tombol	Data yang dikirimkan dari smartphone ke robot	Perintah untuk Robot
Maju	'f'	Maju
Mundur	'b'	Mundur
Kanan	'l'	Belok Kanan
Kiri	'r'	Belok Kiri
Lampu Dekat	'a'	Menyalakan lampu dekat
Lampu Jauh	'd'	Menyalakan lampu jauh
Berhenti	's'	Berhenti

Program dimulai dengan membuka koneksi bluetooth antara smart phone android dengan modul bluetooth V3 yang terpasang pada robot beroda, setelah smartphone android terhubung dengan robot, kemudian robot dapat dikendalikan melalui smart phone android. Terdapat 7 macam pengendalian robot yang dapat dilakukan melalui smartphone android, diantaranya yaitu perintah maju, mundur, belok kiri, belok kanan, lampu dekat, lampu jauh dan berhenti. Setiap tombol kendali akan mengirimkan karakter yang berbeda-beda satu sama lain sehingga mikrokontroler dapat mengenali perintah yang diberikan. Misalnya, perintah maju akan mengirimkan karakter 'f', perintah mundur akan mengirimkan karakter 'b'. Sama halnya dengan perintah belok kiri, belok kanan, lampu dekat, lampu jauh dan berhenti, yang masing-masing akan mengirimkan karakter 'r', 'l', 'a', 'd' dan 's'. Selain 7 buah tombol kendali, terdapat satu buah class pada main.activity yang berfungsi untuk mencari koneksi antara smartphone dengan modul bluetooth V3 juga mencatat MAC address bluetooth V3. Jika MAC address tidak cocok dengan perangkat yang dicari maka koneksi tidak dapat dilanjutkan.

Realisasi perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 6.



■ Gambar 6. Realisasi Alatpengendali gerak robot beroda

PENGUJIAN

Pengujian komunikasi smartphone android dengan robot dilakukan dengan 2 tahap. Tahap pertama dilakukan pairing antara smartpone android dengan modul bluetooth V3 pada ruangan terbukatanpa halangan, dan pengujian pairing dengan modul bluetooth V3di dalam ruangan yang memiliki banyak penghalang.Tahap kedua dilakukan pengujian komunikasi smartphone android dengan robot beroda untuk mengetahui respon robot terhadap perintah yang dikirimkan dari smartphone android baik di ruang terbuka maupun di dalam ruangan dengan banyak penghalang. Selain pengujian komunikasi, dilakukan juga pengujian tegangan, arus dari output motor driver serta kecepatan motor dc.

PENGUJIAN KOMUNIKASI

Berdasarkan hasil pengujian, pairing antara smartphone dengan modul bluetooth v3 yang terhubung pada mikrokontroler robot di ruang terbuka (luar ruangan) berhasil dilakukan tanpa adanya kegagalan hingga mencapai jarak 10 meter. Kegagalan pairing disebabkan karena adanya interferensi dengan sinyal frekuensi radio yang menggunakan frekuensi yang sama seperti wifi, selain itu karena keterbatasan power dan jangkauan transmisi.

Berdasarkan hasil pengujian pairing antara smartphone dengan modul bluetooth v3 yang terhubung pada mikrokontroler robot di dalam ruangan berpenghalang berhasil dilakukan tanpa adanya kegagalan hingga mencapai jarak 5 meter. Kegagalan pairing disebabkan karena adanya interferensi dengan sinyal frekuensi radio yang menggunakan frekuensi yang sama seperti wifi, selain itu karena struktur fisik/kepadatan bahan yang digunakan dalam konstruksi bangunan yang menghambat sinyal bluetooth.

Dari tabel 4 dan tabel 5 dapat disimpulkan bahwa daerah jangkauan sinyal dari modul *bluetooth* V3 lebih besar pada daerah terbuka. Pada ruangan berpenghalang, jarak diatas 5 m, koneksi mengalami beberapa kegagalan, hal ini disebabkan karena adanya interferensi yang melemahkan sinyal. Beberapa faktor yang menyebabkan interferensi yaitu struktur fisik/kepadatan bahan yang digunakan dalam konstruksi bangunan dan interferensi *radio frequency* seperti dari WLAN. Perangkat yang berbagi saluran dapat menyebabkan noise dan melemahkan sinyal.

■ **Tabel 4.** ResponStatus Pairing Modul *Bluetooth* V3 Terhadap Jarak Pada Ruang Terbuka dari 5 (lima) kali pengujian

Jarak (meter)	Status (pairing) berhasil	Persentase keberhasilan
5	5 kali	100 %
10	5 kali	100 %
15	4 kali	80%
20	4 kali	80%
25	3 kali	60%
30	1 kali	20%

■ **Tabel 5.** Respon Status Pairing Modul *Bluetooth* V3 Terhadap Jarak di Dalam Ruangan Dengan Penghalang dari 5 (lima) kali pengujian

Jarak (meter)	Status (pairing) berhasil	Persentase keberhasilan
5	5 kali	100%
10	4 kali	80%
15	2 kali	40%
20	1 kali	20%
25	0 kali	0%
30	0 kali	0%

Pengujian komunikasi smartphone android dengan robot beroda dapat dilihat pada tabel 6 dan table 7. Pengujian dilakukan untuk mengetahui respon robot beroda terhadap perintah yang dikirimkan oleh *smartphone android* pada ruang terbuka dan ruang berpenghalang. Pengujian komunikasi dilakukan ketika status pairing berhasil dilakukan pada jarak terdekat, kemudian bergerak menjauhi robot dan dilakukan pengiriman perintah dari jarak yang berbeda.

■ **Tabel 6.** Respon Robot terhadap perintah yang dikirimkan dari smartphone android pada ruang terbuka.

Jarak (meter)	Percobaan	Maju	Mundur	Berhenti	Kanan	Kiri	Lampu Dekat	Lampu Jauh	Persentase keberhasilan
5	1	P	P	P	P	P	P	P	
	2	P	P	P	P	P	P	P	
	3	P	P	P	P	P	P	P	100%
	4	P	P	P	P	P	P	P	
	5	P	P	P	P	P	P	P	
10	1	P	P	P	P	P	P	P	
	2	P	P	P	P	P	P	P	
	3	P	P	P	P	P	P	P	100%
	4	P	P	P	P	P	P	P	
	5	P	P	P	P	P	P	P	
15	1	P	P	P	P	P	P	P	

	2	P	P	P	P	P	P	P	
	3	P	P	P	P	P	P	P	80%
	4	P	P	P	P	P	P	P	
	5	O	O	O	O	O	O	O	
20	1	P	P	P	P	P	P	P	
	2	P	P	P	P	P	P	P	
	3	O	O	O	O	O	O	O	80%
	4	P	P	P	P	P	P	P	
	5	P	P	P	P	P	P	P	
25	1	P	P	P	P	P	P	P	
	2	O	O	O	O	O	O	O	
	3	P	P	P	P	P	P	P	60%
	4	P	P	P	P	P	P	P	
	5	O	O	O	O	O	O	O	
30	1	P	P	P	P	P	P	P	
	2	O	O	O	O	O	O	O	
	3	O	O	O	O	O	O	O	20%
	4	O	O	O	O	O	O	O	
	5	O	O	O	O	O	O	O	

Berdasarkan hasil pengujian komunikasi (pengiriman perintah) dari smartphone android kepada robot melalui modul bluetooth v3 pada ruang terbuka berhasil dilakukan tanpa adanya kegagalan hingga mencapai jarak 10 meter. Interferensi dengan sinyal frekuensi radio yang menggunakan frekuensi yang sama seperti wifi, kondisi lingkungan dan keterbatasan power serta keterbatasan jangkauan transmisi yang menyebabkan data tidak dapat diterima dengan baik oleh robot pada jarak lebih dari 10 meter.

■ **Tabel 7.** Respon Robot terhadap perintah yang dikirimkan dari smartphone android dalam ruangan berpenghalang.

Jarak (meter)	Percobaan	Maju	Mundur	Berhenti	Kanan	Kiri	Lampu Dekat	Lampu Jauh	Persentase keberhasilan
5	1	P	P	P	P	P	P	P	
	2	P	P	P	P	P	P	P	
	3	P	P	P	P	P	P	P	100%
	4	P	P	P	P	P	P	P	
	5	P	P	P	P	P	P	P	
10	1	P	P	P	P	P	P	P	
	2	P	P	P	P	P	P	P	
	3	P	P	P	P	P	P	P	80%
	4	P	P	P	P	P	P	P	
	5	O	O	O	O	O	O	O	
15	1	P	P	P	P	P	P	P	
	2	P	P	P	P	P	P	P	
	3	P	P	P	O	O	O	O	48,5%
	4	O	O	O	O	O	O	O	
	5	O	O	O	O	O	O	O	
20	1	O	O	O	O	O	O	O	
	2	O	O	O	O	O	O	O	
	3	P	P	P	O	O	O	O	8,5%
	4	O	O	O	O	O	O	O	
	5	O	O	O	O	O	O	O	
25	1	O	O	O	O	O	O	O	
	2	O	O	O	O	O	O	O	
	3	O	O	O	O	O	O	O	0%
	4	O	O	O	O	O	O	O	
	5	O	O	O	O	O	O	O	

30	1	O	O	O	O	O	O	O	
	2	O	O	O	O	O	O	O	
	3	O	O	O	O	O	O	O	0%
	4	O	O	O	O	O	O	O	
	5	O	O	O	O	O	O	O	

Berdasarkan hasil pengujian komunikasi (pengiriman perintah) dari smartphone android kepada robot melalui modul bluetooth v3 dalam ruangan berpenghalang berhasil dilakukan tanpa adanya kegagalan hingga mencapai jarak 5 meter. Interferensi dengan sinyal frekuensi radio yang menggunakan frekuensi yang sama seperti wifi, kondisi lingkungan dan keterbatasan power, keterbatasan jangkauan transmisi serta struktur fisik/kepadatan bahan yang digunakan dalam konstruksi bangunan yang menyebabkan data tidak dapat diterima dengan baik oleh robot pada jarak lebih dari 5 meter.

PENGUJIAN MOTOR DRIVER SERTA KECEPATAN MOTOR DC

Hasil pengujian motor kanan dan motor kiri pada robot beroda didapatkan data pengamatan perbandingan tegangan motor driver, arus pada motor dan kecepatan motor dc. Hal tersebut berguna untuk mengetahui apakah motor pada robot beroda berjalan selaras sehingga robot dapat berjalan dengan stabil atau tidak. Berikut tabel pengamatan perbandingan tegangan output pada motor driver kanan dan motor driver kiri :

■ **Tabel 8.** Data Pengamatan Tegangan Output Pada Motor Driver Kanan

Dutycycle PD4 (OCRB1L)	Tegangan Output Tanpa Beban	Tegangan Output Dengan Beban
100%	4,9 Volt	3,75 Volt
98%	4,8 Volt	3,52 Volt
96,1%	4,7 Volt	3,44 Volt
94,1%	4,61 Volt	3,36 Volt
92,15%	4,53 Volt	3,22 Volt
90,2%	4,42 Volt	3,176 Volt
88,23%	4,32 Volt	3,02 Volt
86,274%	4,23 Volt	2,68 Volt
84,313%	4,13 Volt	2,238 Volt
82,353%	4,04 Volt	1,886 Volt
80,4%	3,93 Volt	1,344 Volt

Tegangan output tanpa beban lebih tinggi dibandingkan dengan tegangan output dengan beban. Perbedaan tegangan output tanpa beban dengan tegangan output dengan beban dikarenakan adanya pengaruh efek pembebanan pada saat ada beban.

■ **Tabel 9.** Data Pengamatan Tegangan Output Pada Motor Driver Kiri

Dutycycle PD5 (OCRA1L)	Tegangan Output Tanpa Beban	Tegangan Output Dengan Beban
100%	4,9 Volt	3,65 Volt
98%	4,8 Volt	3,32 Volt
96,1%	4,7 Volt	3,24 Volt
94,1%	4,61 Volt	3,10 Volt
92,15%	4,53 Volt	2,94 Volt
90,2%	4,42 Volt	2,86 Volt
88,23%	4,32 Volt	2,78 Volt
86,274%	4,23 Volt	2,68 Volt
84,313%	4,13 Volt	1,8 Volt
82,353%	4,04 Volt	1,686 Volt
80,4%	3,93 Volt	0,98 Volt

Tegangan output tanpa beban lebih tinggi dibandingkan dengan tegangan output dengan beban. Perbedaan tegangan output tanpa beban dengan tegangan output dengan beban dikarenakan adanya pengaruh efek pembebanan pada saat ada beban.

Berikut tabel pengamatan perbandingan pengaruh arus output pada motor driver kanan dan motor driver kiri terhadap kecepatan motor dc dalam satuan RPM:

■ **Tabel 10.** Data Pengamatan Pengaruh Arus Output Terhadap Kecepatan Motor dc

Dutycycle PD4 (OCRB1L)	Dutycycle PD5 (OCRA1L)	Arus pada motor driver Kanan	Arus pada motor driver Kiri	Kecepatan Motor dcKanan (RPM)	Kecepatan Motor dcKiri (RPM)
100%	100%	340 mA	335 mA	270	270
98%	98%	320 mA	320 mA	270	270
96,1%	96,1%	290 mA	276 mA	270	270
94,1%	94,1%	280 mA	265 mA	270	270
92,15%	92,15%	270 mA	260 mA	210	210
90,2%	90,2%	250 mA	240 mA	210	210
88,23%	88,23%	220 mA	210 mA	210	210
86,274%	86,274%	210 mA	175 mA	210	210
84,313%	84,313%	180 mA	164 mA	180	180
82,353%	82,353%	170 mA	156 mA	180	180
80,4%	80,4%	150 mA	147 mA	180	180

Dari data pengamatan diatas dapat disimpulkan bahwa arus pada motor driver berpengaruh pada kecepatan motor dc, jika terdapat ketidak selarasan kecepatan motor dc pada robot kemungkinan besar dikarenakan ketidakseimbangan beban ataupun bentuk geometris robot yang kurang baik.

KESIMPULAN

Aplikasi pada smartphone android yang dibuat dapat mengirimkan karakter yang sesuai sehingga robot dapat mengerjakan instruksi dengan tepat. Robot beroda dapat bergerak maju, mundur, berbelok ke arah kanan, kiri, berhenti, lampu dekat, dan lampu jauh yang menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik. Komunikasi antara robot beroda dan smartphone android di ruang terbuka bekerja optimal pada radius maksimum sampai dengan 10 meter. Komunikasi antara robot beroda dan smartphone android di ruang berpenghalang bekerja optimal pada radius maksimum sampai dengan 5 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Andrianto. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA16 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR)*. Bandung:Informatika, 2008
- [2] N.Safaat. *Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC Berbasis Android*. Bandung:Informatika, 2012.
- [3] DF-Bluetooth V3, 2013
Internet: <http://droboticsonline.com/ebaydownloads/BluetoothV3%20Manual.pdf> , [17 Januari 2013]
- [4] Atmel. "ATmega8535/8535 L", 2013
Internet: <http://www.atmel.com/images/doc2502.pdf>, [17 Januari 2013]
- [5] *Android Kuasai 81 % Pasar Ponsel Pintar*, TEMPO.CO – Rab, 13 Nov 2013
- [6] Wikipedia. "Bluetooth", 2013
Internet: <http://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>, [17 Januari 2013]